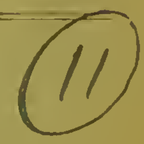
Aus der Baseler Universitäts-Augenklinik (Prof. Mellinger) und dem
physikalischen Privatlaboratorium von Herrn Klingelfuss
in Basel.



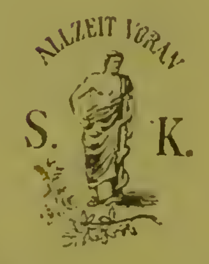
Der Innenpol-Magnet

Eine neue Verwertung des Elektromagnetismus zur Entfernung von Eisensplittern aus dem Auge.

Von

Felix Jurnitschek,

appr. Arzt aus Chur.



Berlin 1905.

VERLAG VON S. KARGER

KARLSTRASSE 15.

Medizinischer Verlag von S. KARGER in Berlin NW. 6.

Untersuchungen
über die
Pigmentierung der Netzhaut.

Von

Dr. Camill Hirsch

fr. I. Assistenten der K. K. Deutschen Universitäts-Augenklinik in Prag.

Lex.-8°. Mit 9 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. M. 3,—.

Die
Funktionsprüfung des Auges
und ihre Verwertung
für die allgemeine Diagnostik.

Von

Prof. Dr. Otto Schwarz

in Leipzig.

Mit 81 Abbildungen im Text und einer Tafel.

Gr. 8°. Preis broch. M. 7,—, gebd. M. 8,—.

Schmidts Jahrbücher: Das schwierige Werk ist ihm ausgezeichnet gelungen. Die ganze Funktionsprüfung ist sozusagen vom Lichtstrahl an logisch entwickelt, der gesamte Stoff bei all seiner Fülle und Mannigfaltigkeit meisterhaft anschaulich und übersichtlich aufgebaut. Neben einer erschöpfenden sachlichen Berücksichtigung der vorhandenen Literatur treten allenthalben selbständige Gedanken hervor.

Monatsblätter für Augenheilkunde: Das ganze Buch ist durchaus originell gearbeitet, zum Denken anregend, viele neue Gedanken und Gesichtspunkte finden sich in allen Kapiteln . . . .

Archiv für Augenheilkunde: Die Schrift zeichnet sich durch klare und präzise Darstellung aus und wird nicht nur dem Augenarzte, sondern auch dem allgemeinen Arzte eine wertvolle Anleitung sein.

Von demselben Verfasser erschien im gleichen Verlage:

Die
Bedeutung der Augenstörungen
für die Diagnostik
der
Hirn- und Rückenmarks-Krankheiten.

Für Ärzte,
besonders Neurologen und Ophthalmologen.

Gr.-8°. Broch. M. 2.50, geb. M. 3.50.

Medizinischer Verlag von S. KARGER in Berlin NW. 6.

Aus der Baseler Universitäts-Augenklinik (Prof Mellinger) und dem physikalischen Privatlaboratorium von Herrn Klingelfuss in Basel.

Der Innenpol-Magnet

Eine neue Verwertung des Elektromagnetismus zur Entfernung von Eisensplittern aus dem Auge.

Von

Felix Jurnitschek,

appr. Arzt aus Chur.



Berlin 1905.

VERLAG VON S. KARGER

KARLSTRASSE 15.

Sonder-Abdruck aus der Zeitschrift für Augenheilkunde. Bd. XIV.

Gedruckt bei Imberg & Lefson in Berlin W.

Hat in der neueren Chirurgie die Anschauung platzgegriffen, dass in den menschlichen Körper eingedrungene Metallteile, vorzüglich die unter grosser Erhitzung eingeschlagenen Projektile, in den meisten Fällen ohne Schaden in den Geweben belassen werden und reaktionslos einheilen können und dass ihre Entfernung oft eine Operation bedeutet, durch die eventuell Infektionserregern neue Wege geöffnet werden, so gestalten sich bei dem Auge die Verhältnisse etwas anders: hier liegen auf kleinem Raum für die Funktionen des Organes wichtigste Teile nahe beieinander, und ein eingedrungener Fremdkörper kann je nach seinem Sitz eine schwere optische oder entzündliche Alteration herbeiführen. Auch hier wird man sich, soweit tunlich, die Regeln der allgemeinen Chirurgie zunutze machen und je nach dem Sitz des Fremdkörpers, seiner Natur, seiner Zugänglichkeit, an eine künstliche Entfernung schreiten oder seine Einheilung der Natur überlassen. Hauptsächlich werden die Natur des Fremdkörpers und seine Zugänglichkeit bestimmend sein, ob seine Entfernung mit Nutzen vorgenommen oder ob sie nicht von den Vorzügen einer möglichst wenig irritierenden Behandlung aufgewogen würde. So werden die leichter zugänglichen Bulbuswandungen eher von Fremdkörpern zu befreien sein als das Bulbus-Innere oder die Teile des Uvealtractus, bei welch letzteren sich die Schwierigkeit ihrer Erreichung mit der Leichtigkeit der Infektion verbindet; metallische Fremdkörper sind behufs Extraktion willkommener als organische, da sie keimfrei sein können und ihre lädierte Umgebung nicht infizieren. Andererseits hat man von metallischen Fremdkörpern eine chemische Veränderung ihrer selbst und ihrer Umgebung zu gewärtigen und beobachtet infolge ihres Sitzes die Aufrechterhaltung von Reizzuständen, die eine baldige Behebung der Ursache wünschenswert erscheinen lassen.

Aus diesen Gründen reduziert sich die konservative Behandlung der Fremdkörper des Auges wesentlich, um so mehr, als auch ein günstiges Veihalten zum Magnetismns, demzufolge eine Extraktion ohne Eingriff von aussen her möglich ist, als Grund für eine rasche Entfernung in Betracht fällt.

Auch an hiesiger Klinik wird bei den zahlreichen Unfällen, die die Maschinen-Industrie von Stadt und Umgebung einliefert und unter denen sich eine grosse Anzahl ins Auge gedrungener Eisen- und Stahlsplitter befindet, dem raschen aktiven Vorgehen vor dem Zuwarten der Vorzug gegeben, und bedient man sich

sowohl zu diagnostischen als auch therapeutischen Zwecken eines neuen Magneten, der nach längeren Untersuchungen in hiesiger Klinik und dem Privat-Laboratorium des Herrn Klingelfuss in seiner jetzigen Gestalt entstanden ist.

Zweck dieser Arbeit ist, auf die Verwendbarkeit dieses Instrumentes und auf seine Vorzüge näher einzugehen.

Die Leistungsfähigkeit der seit der Entwicklung der Elektrotechnik entstandenen Augenmagnete wird hauptsächlich durch zwei Momente herabgesetzt: das ist erstens ihre Grösse und Schwere und dadurch mangelhafte Beweglichkeit, die dem Ungeübten die Extraktion von Eisenteilchen erschwert, und zweitens der Verlust an Kraftlinien, durch Streuung, aus welchem Grunde nicht die volle Ausnutzung des Stromes zur Magnetisierung des anzuziehenden Eisensplitters erfolgen kann.

Rufen wir uns die bisher gebauten Elektromagnete in Bezug auf ihr Prinzip in die Vorstellung, so ersehen wir, dass sie alle aus einem weichen Eisenkern bestehen, der mit einer wechselnd grossen Zahl von Drahtwindungen umgeben ist; der Eisenkern hört nicht mit der Endfläche der Spule auf, sondern tritt etwas aus dieser hervor, resp. kann durch Aufschrauben von entsprechend geformten Ansätzen verlängert werden. Die Polstärke an diesen Magneten kann allerdings durch Verstärkung des Stromes und Vermehrung der Windungen eine sehr beträchtliche sein, doch darf nicht vergessen werden, dass dadurch die Divergenz der magnetischen Kraftlinien nicht beseitigt wird. Eine derartige Streuung von Kraftlinien mag für grob-maschinelle Zwecke, wobei dem Pol des Einsenkerns ein gleich grosser entgegengesetzt wird, als nicht so verlustreich auffallen, — bei den ins Auge gedrungenen Eisenstückchen jedoch, die ja meist nur geringes Volumen und ihren Sitz in einiger Entfernung von der Polspitze haben, bedeutet diese Streuung ein Manko von magnetischer Sättigung, und aus diesem Grunde erhält der kleine Eisensplitter eine geringere Polstärke, die ihrerseits auch auf die Zugkraft von herabsetzendem Einfluss sein muss.

Auf sehr anschauliche Weise lässt sich der Verlauf der magnetischen Kraftlinien an dem Stabmagneten demonstrieren, wenn wir an den Pol eines solchen stromdurchflossenen Eisenkerns eine Karte halten und nun an diese Eisenfeilspäne hinstreuen. Wie aus der Abbildung (siehe Fig. 1) ersichtlich, orientieren sich die Späne zu einem Büschel konvergent gegen den Pol des Eisenkerns gerichteter Strahlen, die, verkörpert, den divergenten Austritt der magnetischen Kraftlinien darstellen. Denken wir uns die Eisenfeilspäne weg und stellen uns vor, dass etwa in der

Mitte des Büschels ein kleiner Splitter sässe, so bemerken wir, dass trotz der grossen Polstärke des Magneten nur ein geringer Teil induzierender Kraftlinien den Eisensplitter treffen kann, während zu allen Seiten von ihm eine verschwenderische Fülle von Kraftlinien an ihm vorbeiziehen wird. Diese grosse Zahl unbenutzt an dem zu magnetisierenden Fremdkörper vorbeistreichender Kraftlinien lässt die bekannten Augenmagnete, die einer kurzen Besprechung unterzogen werden sollen, als in ihrem Aufwand von elektrischer Energie gegenüber den meist kleinen Fremdkörpern des Auges in einem ungünstigen Verhältnis stehend erscheinen.

Der bekannteste, der Haabsche Riesenmagnet (12—15), besteht aus drei Teilen, dem Gestell, der Stromzuführung und dem eigentlichen Magneten. An dem Gestell befindet sich ein Stützbrett, das dem Patienten eine zwanglose Haltung ermöglicht, und der Umschalter des zuführenden Stromes. Der Operateur kann, um die Hände frei zu haben, den Umschalter mit dem Fuss betätigen, derart, dass er den Strom schliesst, öffnet, ruckweise verstärkt. Der Magnet selber ist ein Eisenzylinder von 60 cm Länge; an seinen beiden Enden werden konische Ansätze angeschraubt. Die Wicklung reicht beiderseits bis nahe an die Pole.



Fig. 1.

Einen ähnlichen Magneten baute Schlösser; sein Magnet (16) ist kleiner, sein Gewicht geringer. Er trägt nur einen Spitzpol, dessen Basis von kleinerem Querschnitt ist als der Querschnitt des Eisenzylinders, auf dem er aufgeschraubt ist. 800 Windungen Kupferdraht führen einen Strom von 27—30 Volt zu. Neuerdings (17) wurden an dem Magneten, um ihm eine grössere Fernwirkung zu verleihen, wesentliche Verbesserungen vorgenommen, dadurch, dass die Bewicklung gegen das Polende zu vermehrt wurde, doch noch 18 mm davon freiliess. Das Instrument wird entweder auf einem transportablen Eichensockel oder mit freier Beweglichkeit auf einem feststehenden Eichengestell erstellt. Dieses neue Modell ist an eine Gleichstromleitung von 110 bis 120 Volt und 20—30 Ampère anschliessbar. Bei nicht zu grossen Entfernungen lassen sich mit diesem Magneten die gleichen Erfolge erzielen wie mit dem Haabschen, vorausgesetzt, dass man stärkere Ströme durch die Bewicklung schickt.

Der Magnet Maywegs (18) hat ähnliche Gestalt wie der Schlössersche; 1000 Drahtwindungen erhöhen das Gewicht auf 75 kg; der Unterschied liegt auch in der Art der Montage, indem zwei Stellschrauben gestatten, den Apparat nach vorwärts und rückwärts sowohl, als auch in seitlicher Richtung zu verschieben. Bei stärkstem Strom kann dieser Magnet 70 kg tragen; 0,5 g Eisen auf 15 cm Entfernung anziehen. An den Pol können beliebig geformte Ansätze aufgeschraubt werden.

Schenkel (19) konstruierte einen Augenmagneten in Gestalt eines 550 mm langen Eisenstabes, der von einer Spule mit 3 mm dickem Kupferdraht umgeben ist. An den Polenden sind stumpfe Kegel angebracht; sie sind gut vernickelt und abnehmbar. An ihrer Basis sind sie halbkugelförmig, sodass man sie in einer am Magneten befindlichen halbkugeligen Pfanne beliebig nach der einen oder anderen Seite hin drehen kann. Der Apparat lässt sich an eine Gleichstromleitung von 90 Volt Spannung und 20 Ampère Maximalstromstärke anschliessen; ferner ist eine Akkumulatoren-Batterie von 19 Elementen mit maximalem Entladungsstrom von 25—30 Ampère im Gebrauch. Der Magnet wird auf bequem verschiebbarem Eichensockel geliefert und vermag bei stärkster Stromeinschaltung 100 kg zu tragen.

Alle die genannten Modelle haben das Gemeinsame, dass sie in der Hauptsache aus einem grossen Eisenkern bestehen, der mit einer verschieden grossen Zahl von Windungen umgeben ist. Der zugeführte Strom macht den Eisenkern zu einem starken Magneten, dessen einer Pol nun gegen das Auge mit dem Fremdkörper gerichtet wird. Wie bei jedem anderen Elektromagneten werden die vom Pol ausgehenden Strahlen den im Auge sitzenden eisernen oder stählernen Fremdkörper zu einem Magneten machen. Ist der Fremdkörper dem Pole nahe genug, so wird er nach dem oben Gesagten in dem Bereich der am dichtesten austretenden Strahlen liegen, und er wird genügend induziert werden; liegt er aber entfernt vom Polende, in den hintersten Abschnitten des Auges, so verringert sich die Möglichkeit, von den hier schon stark divergierenden Kraftlinien getroffen zu werden, beträchtlich, und die Magnetisierung kann nicht eine so intensive werden. Je kleiner der hierbei in Betracht kommende Fremdkörper ist, um so mehr wird dieser Verlust an Kraftlinien sich bemerkbar machen. Um diesen Verlust so vieler wirkungslos austretender Kraftlinien auszugleichen, werden mehr Kraftlinien durch die Endspitze des Elektromagneten geschickt, was geschehen kann, wenn man den Querschnitt des Eisenkerns und die magnetisierende Kraft ver-

grössert. Damit wächst aber das Gewicht und die Grösse des Magneten im umgekehrten Verhältnis zu seiner Handlichkeit.

Das Bestreben, die grosse Zahl nutzlos austretender Strahlen, Kraftlinien in der Nähe des Eisenkerns zur Vereinigung zu bringen, hat die Autoren zum Bau besonders geformter Magnete veranlasst. So wurden auch vor Jahren an hiesiger Klinik Versuche in dieser Richtung unternommen, und zwar mit einem von Klingelfuss konstruierten Magneten. Da der Versuch nicht ganz den Erwartungen entsprach, wurde von einer Veröffentlichung abgesehen. Dem Versuch lag folgende Überlegung zugrunde: Da die magnetische Kraft im Quadrat ihrer Entfernung abnimmt, so muss ein in die Nähe eines der Pole gebrachter Eisensplitter umsomehr angezogen werden, je näher er dem Pole liegt. Demzufolge muss der Magnet eine solche Form haben, dass der eine Pol dem Auge nahe, der andere entfernt davon liegt. Also wurde dem Eisenstab eine gebogene Form verliehen; der eine, der spitze Pol lag dem Auge nahe, indes der andere, breite Pol auf das Hinterhaupt aufgesetzt wurde. Doch hat sich auch hier gezeigt, dass der Magnet zu gross gebaut werden müsste und dadurch ein Hindernis für das Operationsgebiet darstellen würde. Auch bei dieser Form geht noch eine grosse Anzahl Strahlen unbenutzt an dem Auge vorbei.

Volkmann (21—26) suchte dem Verlust so vieler Strahlen dadurch zu steuern, dass der Bau der Magnete mehr dem Gang der magnetischen Strahlen angepasst wurde, und konstruierte einen Magneten in Gestalt eines 1 Meter langen Stabes von 5 cm. Querschnitt, der nach dem einen Ende hin eine allmählich ansteigende Verdickung aufweist, die auf eine zunehmende Zahl von Drahtwindungen an dieser Stelle zurückzuführen ist. Volkmann will durch diese Anordnung die sonst dort austretenden Strahlen auffangen, um sie „durch vermehrten elektrischen Aufwand, gewissermassen verstärkten seitlichen Druck auf den ursprünglichen Raum zusammenzupressen". An diesen Enden zeigt der Magnet einen Durchmesser von 10 cm. Ungefähr in der Mitte des Stabes gestatten zwei dort angebrachte seitliche Zapfen, den Magneten aufzuhängen, wie auch ein Gegengewicht die leichtere Handhabung des schweren Instrumentes sichert. Nach Gutdünken können in das Polende verschieden grosse Ansätze eingeschraubt werden. In der Folge sind noch einige Modifikationen des Apparates angegeben worden.

So leistungsfähig auch die kurz beschriebenen Augenmagnete sind, so wird man sich doch der Vorstellung nicht erwehren können, dass ihnen besonders in zwei Richtungen hin Mängel

anhaften. Der eine Nachteil liegt in dem bereits betonten relativen Verlust von Kraftlinien, der zweite in der Schwerbeweglichkeit des Instrumentes. Vergegenwärtigen wir uns noch einmal den Gang der magnetischen Strahlen im Eisenzylinder: Wenn wir den induzierenden Strom auch verstärken, so wird dennoch die Anzahl der Strahlen, die durch das Polende austreten, eine verschwindend kleine sein gegenüber der Zahl der Strahlen, die ihren Weg durch die Mitte des Eisenkernes nehmen. Alle an den beiden Polen austretenden Strahlen haben die Tendenz, sich auf dem kürzesten Wege zu vereinigen; aus diesem Grund beschreiben sie Krümmungslinien und treten büschelförmig an den Seitenflächen aus. Ist die Vereinigung in der Mitte des Eisenkerns eine leichte, so werden sie sich rascher und zahlreicher vereinigen als an den entfernt liegenden Enden des Stabes, den Polen. Hier werden im Verhältnis nur wenige Kraftlinien zur Verfügung stehen und können daher ein in ihnen befindliches Objekt weniger intensiv induzieren. Während in der Mitte des Eisenkerns die grösste Dichte des magnetischen Feldes liegt, weil hier die Strahlen noch fast parallel zu finden sind, besteht also an den Polen schon eine beträchtliche Divergenz. Kommt noch dazu, dass man den Querschnitt des Eisenkerns an den Polen verringert, indem man zugespitzte Ansätze gebraucht, so wird naturgemäss die Zahl der an der äussersten Spitze austretenden Strahlen noch mehr herabgesetzt und lässt eine genügende Magnetisierung des Objektes vermissen. Es ist also beinahe eine Verschwendung an Kraft, wenn man dem Eisenkern stärkere Ströme zuführt; denn dadurch werden die Kraftlinien in der Mitte des Kernes um so zahlreicher zur Vereinigung gebracht, — im Verhältnis weniger an den Polen, in deren Nähe ja doch der zu extrahierende Fremdkörper gebracht wird. Ist der Fremdkörper, wie fast immer, sehr klein, so kann er durch die geringe Zahl hier befindlicher Strahlen nicht die gewünschte hohe Sättigung erfahren, um ihn selber zu einem genügend starken Magneten zu machen.

In der Hand des Geübten zeitigen die oben beschriebenen Augenmagnete grosse Erfolge; der Ungeübte wird mit ihrer grossen Masse und Schwerbeweglichkeit Mühe haben, sie vor dem verletzten Auge zu leiten; das eine Ende, das mit seiner Grösse das Operationsfeld weit überragt, wird auch als Hindernis beim Hantieren vor dem verletzten Auge empfunden und ein leichtes Beobachten des Austrittsmodus des Fremdkörpers verunmöglichen.

Diese zwei Nachteile: grosse Streuung der Kraftlinien an

den Polen, die Verdeckung des Operationsfeldes durch ein unverhältnismässig grosses Instrument, führten nach gemeinsamen Überlegungen mit Herrn Klingelfuss zu dem an hiesiger Klinik erprobten, von Herrn Klingelfuss konstruierten Innenpol-Magneten.

Vorversuche ergaben: Lässt man durch ein Solenoid einen Strom treten, so entsteht im Innern des Solenoids ein homogenes magnetisches Feld, das seine grösste Dichte ungefähr im Halbierungspunkt der Achse des Solenoids hat. Die hier zusammengedrängten magnetischen Strahlen nehmen eine zur Achse des Solenoids parallele Richtung an. Es lässt sich dieses Verhalten schön mittelst Eisenfeilspänen veranschaulichen. Bringen wir nämlich in die Mitte eines stromdurchflossenen Solenoids, vor das Ende eines hingehaltenen Eisenstabes, Eisenfeilspäne, so orientieren sie sich, nicht wie bei dem Stabmagneten zu einem Büschel divergierender Strahlen, sondern bilden eine Säule dicht gedrängt und parallel zur Solenoidachse stehender Fäden. Sie stellen prägnant den grossen Unterschied in der Dichte der magnetischen Kraftlinien dar, die allein eine derartige Konzentration der Späne zu einem walzenartigen Gebilde ermöglicht (siehe Fig. 2). Es ist leicht einzusehn, dass bei einem solchen Verhalten der Kraftlinien auch ein sehr kleines Eisenteilchen, wenn es innerhalb des Solenoides liegt, eine grössere magnetische Sättigung erfährt als bei den gewöhnlichen Stabmagneten.



Fig. 2.

Gestützt auf diese Eigenschaften des Solenoids, wurde dieses als Grundlage für die Konstruktion des hier gebräuchlichen Innenpol-Magneten erkannt, wodurch er in Form und Anwendung sehr von den bisher bekannten Instrumenten differiert.

Sein Hauptbestandteil ist ein ovaler Ring, der aus einer sehr grossen Zahl Windungen von Kupferdraht besteht. Als Anker dient ein mit der Hand gehaltener Eisenstift, der in die Lichtung des Solenoids gebracht wird. Sowohl Eisenstift, als auch ein entgegengebrachtes eisernes Objekt befinden sich in der Zone der grössten magnetischen Dichte, und beide werden einander näher zu kommen trachten. Experimente, die die Tragfähigkeit eines Stabmagneten mit derjenigen des Innenpolmagneten vergleichen sollen, fallen sehr zu Gunsten des letzteren aus, indem bei einer kleineren Zahl von Ampère-Windungen eine grössere

Last in der Gleichgewichtslage erhalten werden kann (siehe Fig. 3). Es zeigt sich, dass mit der Zunahme der Masse der als Anker verwendeten Eisenstifte die Anziehungskraft wächst, dass diese ferner auch zunimmt, wenn das Solenoid aussen von einem Mantel aus Eisen umgeben ist. So wird bei Anwendung des mit einem Eisenmantel umgebenen Solenoids und einem hornartig gebogenen Anker die höchste Zugkraft erreicht, wobei die Polabstände ebenfalls am grössten sein können, um eine angehängte Probelast im Gleichgewicht zu erhalten. Letzteres Verhalten zeigt sich deutlich aus der Tabelle (Fig. 4), in der als Abszisse die in einer Wagschale befindliche Last in Grammen, als Ordinate die Entfernung

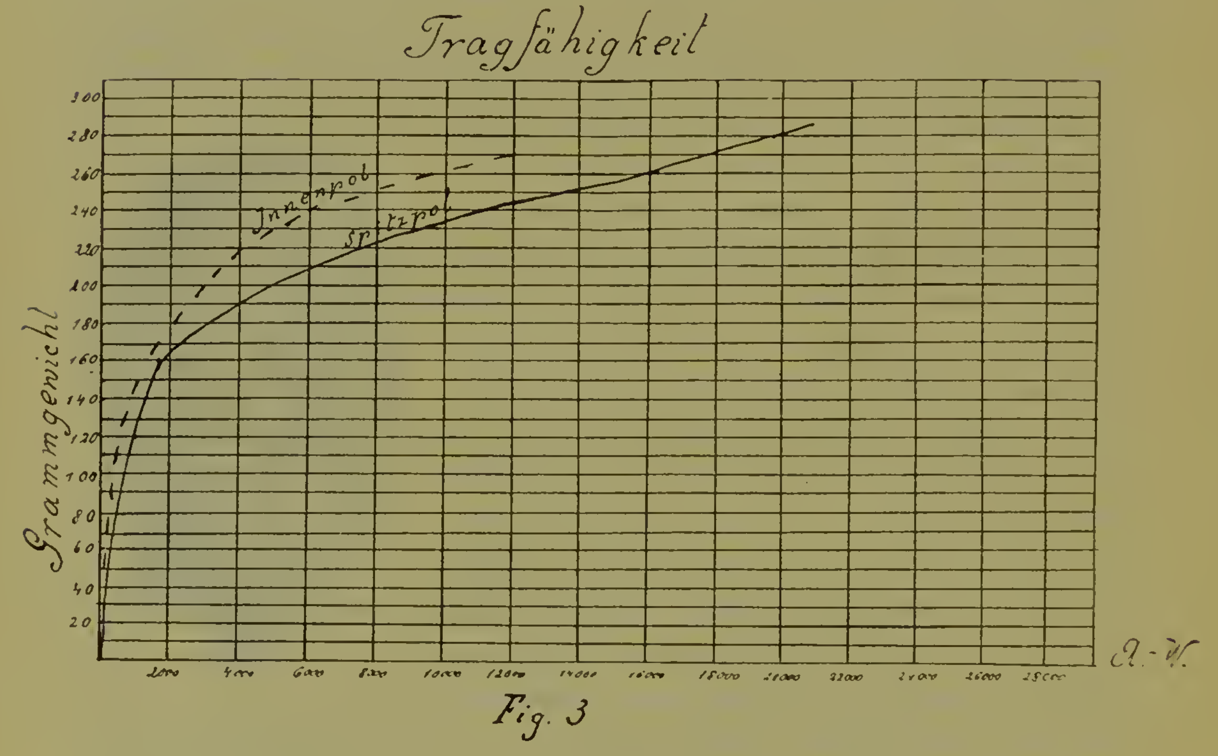


Fig. 3

eingetragen ist, bis aus welcher noch eine Anziehung erfolgte: 1. bei Anwendung eines gewöhnlichen Spitzpoles, 2. des Solenoids mit einem Eisenstift als Anker und endlich 3. des mit einem eisernen Mantel umgebenen Solenoids mit dem grössten, dem hornförmigen Eisenstift. Bei allen drei Arten von Magneten wurde die gleiche Stromstärke angewandt und zeigte sich die Überlegenheit des Solenoids mit Eisenmantel.

Der seit zwei Jahren in hiesiger Klinik tätige Augenmagnet stellt nichts anderes dar, als ein Solenoid. Die Lichtung des Solenoids ist der durchschnittlichen Höhe eines menschlichen Kopfes angepasst. Es ruht auf einer eisernen Säule mit schwerem Fuss und kann um seine senkrechte Achse gedreht werden. Die Zuführung des Stromes geschieht durch Steckkontakt an irgend

eine städtische oder gewerbliche Starkstromleitung. Rheostaten besorgen die Variation der Stromstärke. Als Anker werden Eisenstifte von verschiedener Dicke benutzt; dem grössten davon, den man seiner Schwere wegen und wegen der gewaltigen Anziehung an das magnetische Feld nicht gut mit einer Hand lenken konnte, ist eine hornartige Gestalt verliehen worden. Er wird in eine Öffnung vor dem Solenoid gesteckt und kann in dieser sowohl um seine vertikale Achse gedreht, als auch durch Schraubenwirkung gehoben und gesenkt werden (s. Fig. 5).

Der grosse Unterschied des hier gebräuchlichen Augenmagneten beruht also in dem Fehlen eines Eisenkerns, in der

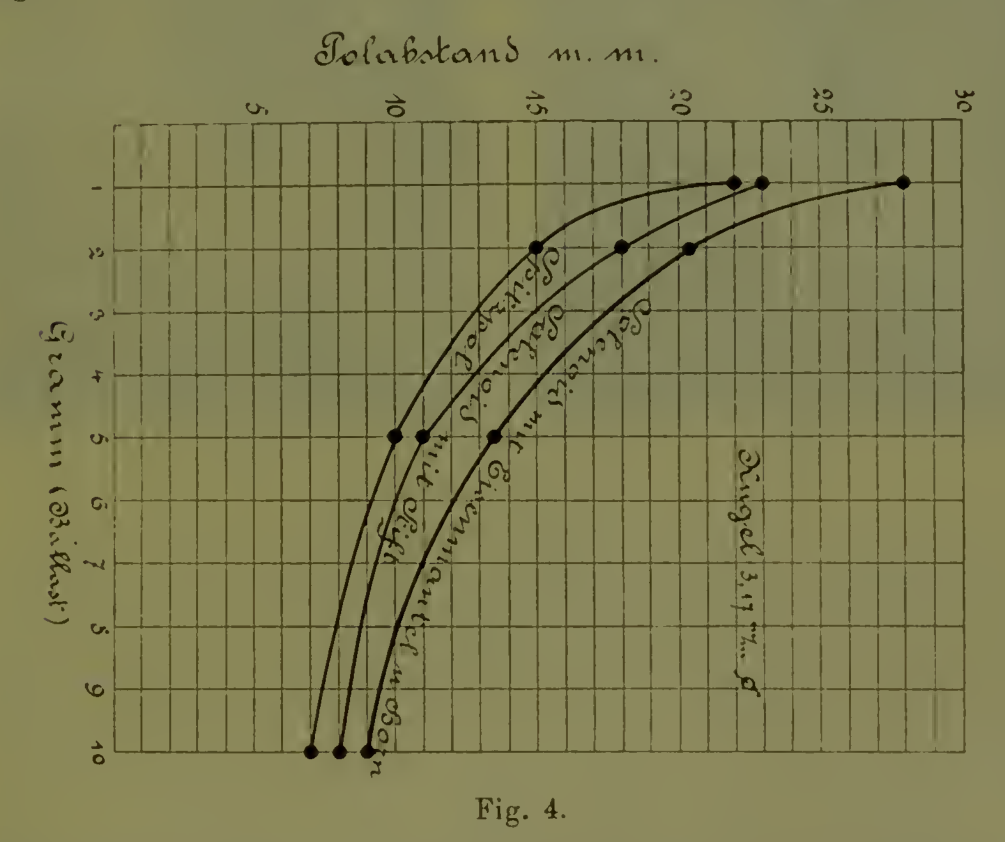


Fig. 4.

Einrichtung, dass der Patient seinen Kopf in die Öffnung des Solenoids bringt, dass sein Auge in die Mitte des magnetischen Feldes und damit der im Auge befindliche Fremdkörper in die Region der dichtesten magnetischen Kraftlinien gelangt. Anstatt den Patienten vor einen mächtigen Eisenkern zu setzen, halten wir seinem Auge Eisenstifte von gewünschter Dicke entgegen (s. Fig. 6) und erreichen damit, dass sie gleichfalls bei der Annäherung an die Öffnung des Solenoids eine hohe magnetische Sättigung erfahren, also auch auf den im Auge befindlichen, magnetisch gesättigten Eisensplitter einwirken.

Nachdem die Prinzipien des hiesigen Augenmagneten auseinandergesetzt wurden, mögen die einschlägigen Krankenge-

schichten in abgekürzter Form die Wirkungsweise des Instrumentes und das Prozedere bei der Extraktion von Fremdkörpern illustrieren.

Die Maasse und Gewichte der extrahierten Fremdkörper werden am Schlusse tabellarisch zusammengestellt werden.



Fig. 5.



Fig. 6.

1. Fremdkörper der Cornea.

G., 23jähriger Arbeiter. Gestern war dem Patienten bei der Arbeit ein Fremdkörper auf die Cornea des rechten Auges geflogen. Wegen tiefen Sitzes in der Cornea wird Patient zur Magnetextraktion aufgenommen. Das rechte Auge ist stark gereizt. Nach Ansetzen des Stiftes an die Hornhautwunde gelingt es leicht, unter Anwendung eines mittelstarken Stromes, einen schwarzen Fremdkörper zu extrahieren; das Kammerwasser fliesst dabei ab. Den nächsten Tag ist die Kammer wieder hergestellt.

R., 30jähriger Mann, kommt mit tiefsitzendem Fremdkörper der rechten Cornea. Vorausgegangene Extraktionsversuche hatten keinen Erfolg erzielt. Die Extraktion mit Hilfe des Innenpolmagneten gelingt beim ersten Gebrauch des dünnen Stiftes. Verlauf glatt.

G., 17jährige Fabrikarbeiterin. Vor 14 Tagen war der Patientin bei der Arbeit ein Fremdkörper ins linke Auge geflogen. Der behandelnde Arzt hatte den Fremdkörper angeblich entfernt und Patientin wieder an die Arbeit geschickt. Da ihr das Arbeiten wegen beständiger Reizung nicht möglich war, kommt sie zur Behandlung hierher. Beim Eintritt besteht perikorneale Injektion. Im Zentrum der Cornea sieht man einen kleinen Epitheldefekt, der von vorausgegangenen Extraktionsversuchen herrührt. In der Tiefe des Defektes sitzt ein kleiner Fremdkörper. Patientin wird an den Innenpol-Magneten gebracht. Unter Anwendung eines schwachen Stromes und eines dünnen Stiftes ist zunächst keine Reaktion bemerkbar. Bei mittelstarkem Strom und mittlerem Griffel bohrt sich der Fremdkörper einen Weg durch die Cornea und klebt plötzlich am vorgehaltenen Stift. In wenigen Tagen war der Epitheldefekt wieder hergestellt.

M., 18jähriger Mann, wurde eben von einem Draht ans linke Auge getroffen. Unter einer Lappenwunde des temporalen Teiles des Corneal-Limbus steckt ein schwer zugänglicher kleiner Fremdkörper. Vor dem Innenpol-Magneten wird der Fremdkörper ohne weiteres mit dünnem Stift und schwachem Strom hervorgezogen.

2. Fremdkörper in der vorderen Kammer.

H., 36jähriger Landmann. Vorgestern erhielt er beim Hacken auf dem Felde einen Eisensplitter ans linke Auge. Bei der Aufnahme zeigt er starke gemischte Injektion, eine diffus getrübte Cornea. In dem temporalen Teil des Hypopyon gewahrt man einen kleinen, schwarzen Fremdkörper. Die Pupille ist mittelweit, darin ein eiterartiger Pfropf sichtbar. Von den tiefer liegenden Partien ist nichts zu erkennen. Die Sehschärfe ist auf Lichtperzeption mit normaler Projektion herabgesetzt. Der Bulbus ist druckempfindlich. Sofort beim Ansetzen des mittelgrossen Stabes am Innenpolmagneten erkennt man, dass der Fremdkörper nicht allein in der Vorderkammer sitzt, sondern mit seinem grösseren Teil die Iris durchbohrt hat, denn bei Bewegungen mit dem Stab baucht sich die Iris an der verletzten Stelle weit vor. Weitere Extraktionsversuche nach Eröffnung der vorderen Kammer und Eingehen mit dem Hirschbergschen Handmagneten geben bloss Anlass zu starken Blutungen in die vordere Kammer, sodass für dieses Mal von einer Extraktion abgesehen wird. Nachdem Patient die Nacht durch unter Eis und Atropin gelegt wurde, hat Tags darauf die entzündliche Schwellung der Iris soweit nachgelassen, dass die Extraktion des Splitters durch die noch nicht verheilte Cornealwunde leicht gelingt. Patient konnte mit reizlosem Bulbus, normaler Tension, feiner Hornhautnarbe mit vorderer Synechie entlassen werden. Das Sehvermögen ist das gleiche geblieben wie beim Eintritt, nämlich $\frac{1}{\infty}$ wegen Pupillarverschluss.

W., 54jähriger Landmann. Zwei Tage vor dem Eintritt ins Spital flog ihm beim Dängeln ein Stückchen Eisen ins linke Auge. Sofort traten Schmerzen auf, und es verringerte sich die Sehschärfe von Stunde zu Stunde. Die Inspektion des Bulbus ergibt ausgebreitete gemischte Injektion. Dem oberen Pupillarrand gegenüber liegt eine leicht gequollene, 2 mm lange, perforierende Hornhautwunde. 1 mm hohes Hypopyon! Vom oberen Teil der Iris geht eine vordere Synechie in die Hornhautwunde hinein. Die Pupille, trotz reichlich verabfolgter Mydriatica, ist eng; aus ihr erhält man einen grauen Reflex. Soweit man die Iris durch die getrübte Cornea übersehen kann, ist sie geschwollen und grün-braun verfärbt. Das Sehvermögen beträgt 1—2/200, die Tension ist niedrig. Vom Fundus kann man nichts erblicken. Beim Ansetzen des mittleren Stiftes und langsamen Verstärken des Stromes sieht man eine Bewegung im Hypopyon, aus dem gleich darnach ein Eisensplitter hervortritt. Dieser wird gegen die Cornealwunde zu dirigiert, kann aber, da diese schon zu fest verheilt ist, nicht durch sie entfernt werden. Dies geschieht nach Anlegen eines Hornhautschnittes leicht mit dem Hirschbergschen Magneten. — Im Verlauf der weiteren Behandlung bildete sich das Hypopyon zurück, und Patient verliess mit kataraktöser Linse, die das Sehvermögen auf $^{3}/_{1000}$ herabsetzte, die Anstalt.

Sch., 12jähriger Schulknabe. Heute, beim Spielen, soll ihm „Etwas“ ans linke Auge geflogen sein. Bei der Aufnahme zeigt das Auge eine starke Reizung, nasal in der Cornea eine ziemlich breite Perforation mit Iris-Einlagerung, Bluterguss in die vordere Kammer. Die Tension ist auf —2 gesunken. Die Linse ist getrübt, vom Fundus nichts zu sehen. — Indem während eines Monats die Reizerscheinungen zugenommen hatten und in der Vorderkammer ein wolkiges Exsudat aufgetreten war, wird zur Sicherung der

Diagnose ein Versuch mit dem Innenpol-Magneten gemacht. Anfänglich, bei schwachem Strom und dünnem Stift, keine Reaktion; bei Verstärkung des Stromes verspürt Patient einen heftigen Stich im Auge. In dem gelb-braunen Exsudat der vorderen Kammer stellt sich eine Bewegung ein, und kurze Zeit darauf entwickelt sich aus ihm ein braun-schwarzer Fremdkörper. Nachdem der Fremdkörper blossgelegt ist, wird die Vorderkammer von der alten Perforationsstelle aus geöffnet und der Splitter mit dem Hirschberg-schen Magneten völlig entfernt. — In der Folgezeit ging die Reizung rasch zurück, und heute, zwei Jahre nach der Entlassung, hat Patient auf dem verletzten Auge ein Sehvermögen von $\frac{1}{\infty}$ mit Projektion nach oben und nach aussen.

3. Fremdkörper der Iris.

F., 27jähriger Schlosser. Vor zwei Monaten war ihm beim Durchschlagen von Löchern in Gitterstäbe ein Stückchen Metall gegen das rechte Auge geflogen. Der gleich zugezogene Arzt soll einen Fremdkörper entfernt haben. Pat. hatte als einzige Beschwerde ein Blendungsgefühl und bemerkte, dass die rechte Pupille immer weiter war als die linke. Beim Eintritt ins Spital hat Pat. eine Sehschärfe von $^2/_7$, Spur von pericornealer Injektion, eine leichte zentrale Trübung auf der Hornhaut, grünlich verfärbte Iris. Der Fundus, die Tension ist vollkommen normal. Pat. wird zunächst an den Innenpolmagneten gesetzt und einer Sondierung mit schwachem Strom und dünnem Stift unterzogen; dabei zeigt sich in der temporalen Partie der Iris eine deutliche Vorwölbung, die dem vorgehaltenen Stab nach jeder Richtung hin folgt. Wegen Gefahr der Iris-Zerreissung wird mit dem Extraktionsversuch aufgehört und folgenden Tags wieder begonnen. Die Iris zeigt das gleiche Verhalten wie gestern. Es wird, da der Fremdkörper nicht weichen will, zur Iridektomie von unten aus geschritten. Nach dem Lanzenschnitt wird mit dem Hirschbergschen Magneten durch die Hornhautwunde eingegangen; sofort springt der Fremdkörper mit der Iris an und wird mit der Magnet-Sonde — wie sonst mit der Irispinzette — hervorgezogen und abgeschnitten. Der weitere Verlauf ist glatt, und Pat. tritt mit reizlosem Bulbus und guter Sehschärfe ($^1/_2$) aus.

O., 44jähriger Bauarbeiter. Heute, beim Ausstemmen eines Zementlagers, fühlte Pat. plötzlich einen stechenden Schmerz im rechten Auge und hat seither beständig Reizerscheinungen daselbst. — Pat. kommt mit zentral gelegener, linearer Hornhautperforation. Ihr gegenüber sitzt im pupillaren Teil der Iris, im oberen Winkel eines hier befindlichen Risses ein kleiner glänzender Splitter. Das Sehvermögen ist infolge blutiger Trübung des Kammerwassers auf $^5/_{200}$ gesunken. Es wird sogleich ein Extraktionsversuch am Innenpol-Magneten unternommen. Mittelstarke Ströme und dünne Stifte bewirken keine Lostrennung des Splitters aus der Iris. Erst nach Einschalten des stärksten Stromes und bei Verwendung eines dicken Stiftes als Anker entfernt sich der Fremdkörper aus der Iris, fällt zunächst auf den Boden der vorderen Kammer und wird aus dieser gezogen, indem man einen dünnen Stift an die Perforationsstelle der Cornea anlegt und zugleich einen schwachen Strom durch das Solenoid schickt. — Pat. verblieb nach der Entfernung des Eisensplitters noch einen Monat in Spitalbehandlung, während welcher sich eine traumatische Katarakt entwickelte, die bei Austritt eine Verminderung der Sehschärfe auf $^1/_{1000}$ zur Folge hatte.

4. Fremdkörper der Linse.

H., 47jähriger Maschinenschlosser. — Gestern, beim Ausmeisseln eines Loches in einem Stück Gusseisen, flog dem Pat. ein Stückchen Metall ins linke Auge. — Pat. stellt sich andern Tags mit ganz leichten Reizerscheinungen

und beginnender traumatischer Katarakt vor; in letzterer sieht man, der Cornealwunde gegenüber, den kleinen schwarzen und glänzenden Fremdkörper. In der Absicht, den Fremdkörper in die vordere Kammer zu lenken und von dort aus zu extrahieren, wird Pat. an den Innenpol-Magneten gebracht. Bei mittelstarkem Strom sieht man die Iris sich vorbuchten, Pat. verspürt einen einmaligen Schmerz, und es springt durch die Iris und durch die wohl noch unvollständig vernarbte Cornealwunde ein kleiner, pyramidenförmiger Fremdkörper unter hörbarem Anschlag an den vorgehaltenen Stift. — Reposition der vorgefallenen Iris. Infolge eingetretener Katarakt beträgt das Sehvermögen $^{16}/_{200}$.

M., 19jähriger Monteur. — Vor einer halben Stunde, beim Ausmeisseln von Mauerwerk, geriet dem Pat. ein Eisenteilchen ins linke Auge. — Pat. kommt mit schon auf $^{2}/_{1000}$ reduziertem Sehvermögen in die Klinik. Der linke Bulbus ist leicht pericorneal injiziert; 2 mm nasalwärts vom Limbus befindet sich in der Sklera eine $1^{1}/_{2}$ mm lange, senkrechte Schnittwunde, aus der Glaskörper hervorquillt. Die Tension beträgt —1. Pat. kommt sofort an den Innenpol-Magneten. Bereits mit schwachen Strömen bemerkt man eine Hervorwölbung der Iris im nasalen marginalen Teil. Stärkere Ströme werden vermieden zur Verhütung einer Iris-Ruptur. Es wird 1proz. Atropin verabreicht, und nun, nach Erzielung einer vollständigen Mydriasis, der Extraktionsversuch wiederholt. Pat. äussert jetzt Schmerzen, und es gelingt, mit mittelstarkem Strom einen grossen Fremdkörper in die Vorderkammer zu leiten, von wo aus er nach Paracentese der Cornea mit dem Hirschbergschen Magneten entfernt wird. — Glatte Heilung. Das Sehvermögen betrug beim Austritt $^{2}/_{200}$, da sich die Linse getrübt hat.

Sch., 32jähriger Heizer. — Heute Morgen, beim Ausstemmen eines mit Schlacke belegten Dampfkessels, flog ihm ein ziemlich grosses Stück Eisen ans rechte Auge. — Bei der Ankunft in der Klinik ist die Lidspalte durch blutiges Sekret geschlossen; der Rand des Oberlides ist in der Mitte glatt durchschnitten, und an entsprechender Stelle zeigt sich in der Cornea oben eine mehrere Millimeter lange Schnittwunde, in die Iris eingelagert ist Der Schnitt reicht von der Cornea noch etwas in die Sklera hinein. Aus der birnenförmig verzogenen Pupille fällt ein grauer Reflex. Am Innenpol-Magneten äussert Pat. sofort Schmerzen; man sieht einen grossen und flachen Fremdkörper sich in der Wunde bewegen; dabei wird der ganze Bulbus mit nach vorn gezogen. Es wird nun mit dem Gräfe-Messer die Wunde erweitert und noch ein Extraktionsversuch gemacht. Die Wunde erweist sich noch immer als zu klein. Nun wird mittelst Hirschbergschem Magneten und mit der Pinzette die Extraktion langsam vollzogen. Trotz grösster Vorsicht kommt ein Stück Iris mit, das an seiner Basis abgetragen wird. — Der weitere Verlauf ist ein der Schwere der Verletzung entsprechend protrahierter. Gleichwohl konnte Pat. mit reizlosem Bulbus, einem Sehvermögen von $^{1}/_{1000}$ und guter Projektion entlassen werden.

J., 21jährige Arbeiterin in einer Schraubenfabrik. — Vor neun Monaten sprang ihr eine Stahlspirale ans rechte Auge. Seither Entwicklung einer traumatischen Katarakt. Patientin sucht so spät die Klinik auf, weil sie keine weiteren Beschwerden verspürte, als etwas Rötung und Tränen, die sich erst vor 14 Tagen einstellten. — Patientin hat minimale ciliare Injektion, deutliche Siderosis bulbi. Es wird sogleich ein Extraktionsversuch mit dem Innenpol-Magneten begonnen. Unter Anwendung eines mittelstarken Stiftes und schwachem Strom erhält man keine Reaktion. Unter Verstärken des Stromes gibt Pat. plötzlich Schmerzen an. Zugleich buchtet sich die zentrale Partie der vorderen Linsenkapsel vor, und es springt ein kleiner Eisensplitter an die hintere Hornhautwand. An die Entbindung des Fremd-

körpers aus der Linse schliesst sich seine endgültige Entfernung mit dem Hirschbergschen Magneten an. — In der Folge trat Resorption der kataraktösen Linsenmasse ein, so dass jetzt Patientin eine Sehschärfe von $^1/_5$ Hypermetropie 11 auf dem verletzten Auge hat.

H., 50jähriger Maschinenfabrikant. — Vor zwei Tagen sah Patient einem Arbeiter zu, der einen Maschinenteil behämmerte. Ein Stück Metall splitterte dabei ab und traf das rechte Auge des Patienten. Dieser fühlte erst einen heftigen Schmerz und hatte längere Zeit subjektive Lichterscheinungen. — Patient kommt mit gemischter Injektion des betroffenen Bulbus, horizontaler Hornhautwunde und ausgesprochener Cataracta traumatica in die Anstalt zur Extraktion des eingedrungenen Eisensplitters. Nach kurzem Berühren der Hornhaut mit einem der dünneren Stäbe lässt sich ein lanzettförmiger Fremdkörper in die vordere Kammer ziehen, aus der er unter Bildung eines kleinen horizontalen Schnittes in der Gegend der ursprünglichen Wunde und Einführen des Hirschbergschen Magneten geholt wird. — Einen Monat nach der Extraktion bestand noch leichte pericorneale Injektion, der Bulbus war im übrigen weiss. Die vordere Kammer war in ihrem unteren Teile flach, zeigte dort eine Verwachsung der Iris mit der Hornhautwunde. Die Tension war normal, es bestand nirgends Druckempfindlichkeit. Die Linse war total getrübt, das Sehvermögen damit auf Lichtperzeption gesunken. Bei der letzten Untersuchung, die einen Monat später stattfand, war das Auge reizlos, der sonstige Status unverändert.

5. Fremdkörper des Corpus vitreum.

M., 35jähriger Schlosser in Olten. Dieser Patient wurde der Klinik durch Herrn Dr. Gloor, Augenarzt in Solothurn, zur Extraktion eines Fremdkörpers zugewiesen. Der Patient begab sich sofort nach gelungener Extraktion nach Olten zurück. Die durch Herrn Dr. Gloor gütigst mitgeteilte Krankengeschichte ergibt: Patient verunglückte beim Achsenmeisseln, indem ihm ein Splitter mit solcher Gewalt ans linke Auge flog, dass er noch das Glas der Schutzbrille zertrümmerte. Patient kam mit Irisprolaps in der Mitte der Cornea zur ärztlichen Behandlung. Aus der Pupille war kein rotes Licht zu erhalten. Nach Abtragung des Prolapses wurde bereits auswärts mehrmals mittelst Skleralschnitt und Einführuug des Hirschbergschen Magneten eine Extraktion des Splitters versucht, doch ohne Erfolg. Eine Röntgen-Aufnahme zeigte deutlich den Schatten des Fremdkörpers. — In hiesiger Anstalt wird Patient dem schwächsten Strom des Innenpol-Magneten bei Anwendung des dünnsten Stiftes ausgesetzt und reagiert hierauf bereits deutlich. Unter allmählicher Verstärkung des Stromes kommt ein grosser Fremdkörper zum Vorschein, tritt, ohne Anwendung des Hirschbergschen Magneten, durch die Hornhautwunde aus und bleibt an dem vorgehaltenen Stift hängen. Patient wurde gleichen Tages nach Olten entlassen. Dort musste jedoch noch vor Jahresfrist die Enukleation des phthisisch gewordenen Bulbus vorgenommen werden.

Sch., 21jähriger Schmied, dem vor acht Stunden beim Fräsen von Eisen ein Splitter ins linke Auge gedrungen war. Patient fühlte das Abfliessen des Kammerwassers. — Die Injektion ergibt einen gemischt injizierten Bulbus mit vertikaler Risswunde im nasalen Teil der Hornhaut, Irisprolaps. Die Vorderkammer ist aufgehoben, die Linse zum grössten Teil getrübt. Vor dem Innenpol-Magneten reagiert der Verletzte sehr stark schon mit schwachen Strömen. Es ist aber weder ein Fremdkörper, noch eine Bewegung in der Iris sichtbar. Am nächsten Tage gelingt es, einen beträchtlichen Eisensplitter mit dem Innenpol-Magneten in die vordere Kammer zu ziehen. Die Entfernung aus dieser geschieht mit dem Hirschbergschen Magneten,

doch muss die ursprüngliche Cornealwunde vorerst mit dem Messer erweitert werden. — Patient hat sich nachträglich noch einige Male vorgestellt mit dichtem, reizlosem Leucoma adhaerens, Projektion nach aussen und innen.

6. Fremdkörper der Retina.

S., 21jähriger Schlosser. Am Tage des Eintritts in das Spital flog dem Patienten ein Stahlsplitter ins rechte Auge. Der Bulbus zeigte geringe Injektion, die Cornea ist klar. Am unteren Teil des Limbus ist mit Mühe eine überaus feine, frisch verklebte Wunde zu konstatieren. Die Sehschärfe auf dem verletzten Auge ist auf $^1/_3$ gesunken. Ophthalmoskopisch sieht man beim Blick nach unten bei enger Pupille verschiedene Luftblasen in dem rot aufleuchtenden Fundus. Die Linse ist vollkommen klar, die Tension herabgesetzt. Bei künstlicher Mydriasis bemerkt man unten aussen in der Retina einen halbmondförmigen, teilweise metallisch glänzenden Fremdkörper, der sich mit einer Spitze in eine nach unten ziehende Blutung eingespiesst hat. Diese Blutung endigt in einer Vene. Bei Benutzung des Innenpol-Magneten sieht man nach einiger Zeit eine grosse Veränderung in der Blutung, sowie des Glanzes des Splitters. Auch die Richtung des Splitters hat sich verschoben; er hat sich ganz um seine Achse gedreht. Nun wird auch eine frische Blutung in jener Netzhautpartie sichtbar. Der metallische Glanz nimmt mehr und mehr zu, der Splitter scheint sich dem Augeninneren zu nähern. Nun beginnt Patient über Schmerzen zu klagen. Da sich keine weiteren Veränderungen zeigen, wird der grösste Eisenstab, das Horn, eingesetzt. Unter Einschalten des stärksten Stromes zuckt Patient zurück. Langsam wird jetzt mit schwächeren Strömen der Eisensplitter hinter der sich bewegenden Iris sichtbar, um dann schnell an die hintere Hornhautwand anzuspringen. Einmal in der Vorderkammer, kann der Splitter nach Eröffnung dieses Raumes und mit dem Hirschbergschen Magneten entfernt werden. — Nach entsprechend langer Dauer der Behandlung verliess Patient mit reizlosem Bulbus und einer Sehschärfe von 1 die Klinik.

B., 23jähriger Schlosser, dem beim Hämmern ein Eisensplitter ins rechte Auge geflogen war, weshalb sofortige Aufnahme ins Spital erfolgte. Das Auge zeigt nur geringe Rötung und wird gut geöffnet. Etwas temporal vom Limbus ist eine Wunde der Konjunktiva und Sklera sichtbar. Die Cornea ist intakt, ebenso die Linse. Die Vorderkammer ist normal an Tiefe und Inhalt, die Pupille infolge Atropinisierung über mittelweit. Die Tension ist auf —2 herabgesetzt. Mittelst Augenspiegel sieht man beim Blick nach unten peripher in der Retina einen metallisch glänzenden Körper von ziemlicher Grösse sitzen. An ihn schliesst sich ein ausgedehnter Bluterguss an. Der übrige Fundus ist normal. Nach einmaligem Ansetzen des Stabes werden heftige Schmerzen geäussert. Mit dem Augenspiegel lässt sich schon jetzt nachweisen, dass der Splitter seinen Sitz verlassen hat; an seine Stelle ist ein dichter Bluterguss getreten. Mehrmaliges Ansetzen des Stabes bewirkt grössere Schmerzen in der Ciliargegend. Endlich wölbt sich die Iris segelförmig vor und wird temporal stark angezogen; der Splitter hat sich fest in der Iris eingespiesst und scheint nicht weichen zu wollen. Um Zerreissung der Iris zu vermeiden, werden die Extraktionsversuche unterbrochen und nach einer Stunde wieder aufgenommen. Jetzt kann der Splitter in die vordere Kammer gezogen werden und wird mit Hülfe des Hirschbergschen Magneten völlig daraus entfernt. — Bei der Entlassung hatte der Patient eine Sehschärfe von $^1/_3$ und einen reizlosen Bulbus.

7. Fremdkörper mit unbekanntem Sitz.

K., 29jähriger Schmied. — Am Tage der Spitalaufnahme flog dem Patienten beim Einschlagen eines Eisenstabes ein Stückchen davon an das

rechte Auge. — Das Auge wird gut geöffnet, ist ciliar injiziert. Im oberen Teil der Cornea befindet sich eine 1 mm lange Wunde. Die Vorderkammer ist normal, die Pupille mittelweit, jedoch oben an der Linsenkapsel adhärent. In diesem Teil der Iris entdeckt man einen kleinen Riss. Die Linse selbst ist fast ganz kataraktös, die Tension leicht vermindert. 4 Tage nach Spitaleintritt wird der erste Versuch unternommen, einen eventuellen Fremdkörper zu entfernen, doch ohne Erfolg. Auf der vorderen Linsenkapsel jedoch, der Gegend der Synechie, zeigt sich eine rostbraune Verfärbung. Zwei Tage nach diesem Versuch hat ein erneuter Extraktionsversuch abermals keinen Erfolg. Drei Tage nach diesem Versuch wird Patient noch einmal an den Magneten genommen. Beim vierten Male des Ansetzens des mittelgrossen Stiftes äussert endlich Patient lebhafte Schmerzen, die je nach den mit dem Stift ausgeführten Bewegungen an Intensität wechseln. Schliesslich bemerkt man in der Iris eine deutliche Vorwölbung, wonach der Fremdkörper hinter der Iris zum Vorschein kommt und an die hintere Hornhautwand anfährt. Nach Eröffnung der Vorderkammer wird der Splitter mit Hülfe des Hirschberg schen Magneten ganz zu Tage gefördert. Patient tritt mit Cataracta traumatica aus.

8. Extraktionsversuch mit unvollständigem Erfolg.

M., 25jähriger Zimmermann. — Heute ist ihm anlässlich einer Arbeit in einer Schmiede ein Eisensplitter ins rechte Auge geflogen. — Die Cornea zeigt eine fast das Zentrum erreichende, frisch vernarbte Schnittwunde. Das Sehvermögen ist auf Lichtperzeption mit guter Projektion gesunken. In der Vorderkammer grosse Hämorrhagie. Die Pupille ist nasalwärts in die Wunde verzogen. Ophthalmoskopisch ist kein rotes Licht erhältlich, die Tension beträgt — 2. Der erste Magnetversuch, der gleich beim Eintritt ausgeführt wird, zwingt den Patienten zu starken Schmerzäusserungen, die Wunde fängt frisch zu bluten an; hinter der Iris sieht man unter dem Einfluss der Führung des Stiftes eine deutliche Bewegung. Der dahinter vermutete Fremdkörper lässt sich auf keine Weise lockern. Patient wird unter Eis gelegt und anderen Tags einer Iridektomie unterzogen, die die Abtragung desjenigen Stückes Iris bezweckt, das sich gestern in die Cornealwunde einzulagern trachtete. An zwei weiteren Tagen ist der Extraktionsversuch nicht von Erfolg gekrönt, während Patient immer starke Schmerzen dabei empfindet. Da in den nächsten Tagen die Reizung zunimmt, da sich deutliche traumatische Katarakt entwickelt hat, das Sehvermögen erloschen ist, wird die Enukleation vorgeschlagen und mit Einwilligung des Patienten ausgeführt. Der enukleierte Bulbus wurde nach Härtung und Einbettung sorgfältig geschnitten. Fast genau an der Stelle (siehe Fig. 7), die dem Patienten so heftige Schmerzen bei den Extraktionsversuchen verursacht hatte, konnte der Sitz des eingekeilten Splitters festgestellt werden. Der Fremdkörper wurde in dem Präparat belassen, konnte also nicht gewogen werden. Seine Länge beträgt ca. 4 mm; er hat eine keilförmige Gestalt mit einer 2 mm breiten Basis. Die Spitze hat das Corpus ciliare durchbohrt und steckt in den innersten Schichten der Sklera fest. Die Basis des Splitters sieht gegen das Bulbus-Innere; dieses ist von Blut ausgefüllt. Der Splitter ist wohl im Augenblick des Unfalles mit seiner Spitze voran durch die Sklera hindurch-

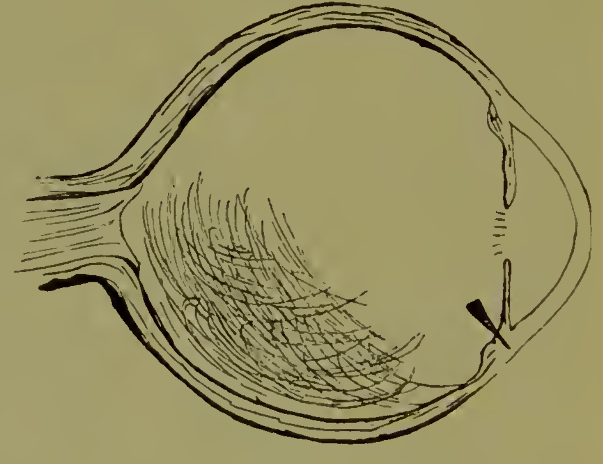


Fig. 7.

geflogen. Durch den Magnetversuch hat er sich gewendet und mit seiner Spitze ins Corpus ciliare eingespiesst. Die weiteren Extraktionsversuche werden ihn noch tiefer in die Sklera getrieben haben, während sein hinterer grösserer Teil jeweils gegen die Iris herabgezogen worden ist und dadurch in dieser Membran eine Bewegung hervorbrachte, die die Vermutung zustande kommen liess, der Fremdkörper befinde sich lose hinter der Iris.

Es sind jetzt über 10 Jahre, seitdem Haab (12) den Gedanken verwirklichte, tiefsitzende Eisenteilchen mit grösseren Elektromagneten in den vordersten Abschnitt des Auges zu ziehen. Durch die Bekanntmachung seines Riesenmagneten (13) führte er diese Operationsmethode in die Ophthalmologie ein. Wenn auch andere Autoren von demselben Gedanken ausgingen, so ist doch Haab als derjenige zu bezeichnen, der als Erster ein operatives Verfahren mit dem Riesenmagneten ausarbeitete. Die oben besprochenen Magnete von Schlösser, Wagenmann, Volkmann folgen dem Haabschen Typus und erstreben eine grössere Beweglichkeit vor dem zu operierenden Auge.

Diesen Magneten schliesst sich als neueste Form der an der Baseler ophthalmologischen Klinik in Gebrauch stehende Innenpol-Magnet an, der aber eine ganz andere Art der Verwertung der elektromagnetischen Kraft, als es bei den Riesenmagneten der Fall ist, darstellt. In seinem Prinzip grundverschieden von den bisher gebräuchlichen Stabmagneten, haben wir ihn als ein sehr brauchbares Instrument kennen gelernt.

Der auffälligste Unterschied liegt wohl darin, dass das Auge des Verletzten nicht vor einen voluminösen Pol gebracht wird, sondern dass der Patient seinen Kopf in die Öffnung eines Ringes, eben des stromdurchflossenen Solenoids hält, wodurch das Auge in die Mitte des magnetischen Feldes, dort, wo die magnetischen Kraftlinien am dichtesten stehen, verbracht wird. Hieraus ergibt sich, dass auch der in oculo befindliche Eisen- und Stahlsplitter die grösstmögliche magnetische Sättigung erhält und dass ein Verlust von magnetischen Kraftlinien durch Streuung, wie dies nach den einleitenden Bemerkungen bei den Stabmagneten der Fall ist, so viel wie nur denkbar vermieden wird. Der zweite kardinale Unterschied liegt in der Art und damit der Handhabung des Ankers. Als Anker verwendet der Operateur einen Satz dünner bis sehr dicker Eisenstäbe, die er nach Wahl ergreift und nun entweder in Schreibfederhaltung oder mit der vollen Faust dem Solenoid und dem aus der Lichtung des Solenoid heraussehenden Kopf von vorn her nähert (siehe Fig. 6 und 8). Schon aus einiger Entfernung wird er die Anziehung des in seiner Hand gehaltenen Eisenstiftes gegen den Ring und

am meisten gegen die Mitte des Ringes verspüren. Nun befindet sich sein Stab dem Auge des Patienten gegenüber; sowohl der eiserne Fremdkörper in dem verletzten Auge, als auch der Eisenstab in der Hand des Operateurs unterliegen jetzt dem nämlichen induzierenden Einfluss, sie beide liegen in der Sphäre der dichtesten magnetischen Kraftlinien, und die grössere Masse des



Fig. 8.

vorgehaltenen Eisenstabes erfährt natürlich eine höhere magnetische Sättigung als der meist sehr kleine Fremdkörper im Auge; es werden beide zu Magneten werden, die ihre gegenseitige Annäherung erstreben. Stellt sich die Masse des vorgehaltenen Eisenstabes als zu gering heraus, um auf den Fremdkörper die genügende Anziehung auszuüben, so stehen dem Operateur noch eine Anzahl dickerer Stäbe zur Verfügung.

Jeden einzelnen kann er mit Anwendung beliebiger Stromstärke kombinieren und damit eine wechselnde magnetische Sättigung erzielen; er hat es in der Hand, die Anziehung des Fremdkörpers heftig oder schwach, allmählich oder ruckweise erfolgen zu lassen. Dabei geniesst er vor den bisher gebrauchten Elektromagneten den Vorteil, dass er nicht allzu voluminöse Anker verwenden muss: — keiner der Stifte ist so dick, dass durch ihn etwa das Operationsfeld verdeckt würde; er kann mit dem Stift beliebige Exkursionen vor dem Auge ausführen, ohne dass die magnetische Fähigkeit darunter Schaden litte. Tatsächlich hat die Erfahrung gemacht werden können, dass die Kombination: dünne Stifte und mittelstarker Strom zur Entfernung der Eisensplitter meistens ausreicht; der mit der freien Hand nicht mehr lenkbare grösste Stift, das Horn, wurde nur einmal angewandt. Zur grösseren Ruhe in der Handhabung der Stifte, namentlich um bei plötzlicher Stromverstärkung nicht ebenso rasch in das Solenoid hineingezogen zu werden und an das Auge anzustossen, kann die Hand auf einem Brettchen aus Hartgummi aufliegen und von dort aus den Stift dirigieren. In der Regel konnte man sich von dem Hartgummibrett emanzipieren, besonders wenn man mit der Person, die am Rheostaten die Stromstärke reguliert, eingeübt ist.

Ein weiterer, nicht zu unterschätzender Vorteil des Innenpolmagneten ist der bedeutend geringere Aufwand an elektrischer Kraft, der im Vergleich zu den Stabmagneten zur Erzielung eines bestimmten Effektes notwendig ist. Für das von uns benützte Instrument kommt bei 110 Volt Spannung eine maximale Stromstärke von 8 Ampère, bei 220 Volt eine minimale von 4 Ampère zur Anwendung.

Es gestaltet sich beim Eintreffen eines Unfalles: Eisensplitter im Auge, die Vornahme der Extraktion etwa folgendermassen:

Der Verletzte wird, nach Einträufelung von Atropin und Kokain, auf einen Drehstuhl vor den Magneten gesetzt und angewiesen, den Kopf von der einen Seite her in das Solenoid zu halten. Der Operateur hält von der anderen Seite her den dünnsten Stift (Fig. 8) und befiehlt die Schliessung des Stromes. Reagiert der Patient nicht mit Schmerzäusserungen, so wird der Strom allmählich verstärkt, eventuell der dünne Stift mit einem dickeren vertauscht. Je nach dem Sitz des Fremdkörpers erscheint dieser früher oder später in der Vorderkammer und entstehen nach einiger Zeit stechende Schmerzen, wodurch angedeutet wird, dass der Fremdkörper in dem Auge des Patienten

mit vorderen Teilen des Uvealtraktus in Berührung getreten ist. Das Bestreben geht dahin, den Fremdkörper in die vordere Kammer zu leiten, wo er gut sichtbar und aus welcher er leicht zu holen ist. Die verschiedene Dicke der Eisenstifte, die beliebig zu wechselnde Stromstärke gestatten dem Operateur, den vermutlichen oder aufgefundenen Sitz des Splitters von beliebigen Seiten her anzugreifen. In der Regel bringen kurze, zeichnende Bewegungen mit dem Stift schon eine genügende Lockerung des eingekeilten Fremdkörpers zustande und springt er sehr bald an die hintere Wand der Hornhaut oder durch die noch nicht verklebte Hornhautwunde ganz heraus. Erweist sich der Fremdkörper als zu gross, so dass sein plötzliches Hervorziehen Zertrümmerung lebenswichtiger Teile des Auges befürchten lässt, so kann der Strom rasch unterbrochen werden. Alle wichtigeren Vorgänge, die sich bei der Extraktion in den sichtbaren Teilen des Auges abspielen, lassen sich von der Seite des Operateurs her bequem übersehen; der Operateur geniesst bei Benutzung des Innenpol-Magneten den schätzbaren Vorteil, ein stets freies Operationsfeld vor sich zu haben, was bekanntlich bei den bisher gebräuchlichen Riesenmagneten mehr oder weniger zu vermissen ist. Dieser Vorteil macht sich auch insofern geltend, als man im verdunkelten Zimmer die Extraktion vornehmen kann und dabei in der Lage ist, sich der schiefen Beleuchtung zu bedienen, den Fortgang der Extraktion ophthalmoskopisch zu verfolgen. Einmal in die vordere Kammer gezogen, wird die Extraktion des Splitters meist auf dem Operationstisch durch Eröffnung der Kammer und Einführen des Hirschbergschen Magneten zu Ende geführt.

Bei den ausgeführten Extraktionen ist es häufig als beschwerlich aufgefallen, das Auge, das des Reizzustandes halber oft krampfhaft geschlossen gehalten wird, offen zu halten: die Hände des Assistenten, der das Oberlid emporziehen soll, finden ein Hindernis sowohl von vorne her, da das Auge tief in dem breiten Solenoid liegt, als auch von hinten her, da er dann die Finger zwischen Innenwand des Solenoid und Kopf des Patienten einschieben muss. Diesem kleinen Übelstand kann wohl in Zukunft durch Anlegen eines Ekarteur aus nicht magnetisierbarem Metall, etwa Messing, abgeholfen werden. Auch wäre daran zu denken, dem Innenpol-Magneten eine andere Art von Untergestell zu verleihen, indem letzteres in seiner jetzigen massiven säulenförmigen Gestalt ein Umlegen des Solenoid nicht gestattet. Durch geeigneten Mechanismus müsste es möglich sein, das

Solenoid so zu wenden, dass es über dem Kopf eines liegenden Patienten in sicherer Weise festgehalten wird. In dieser horizontalen Lage könnte dann der Schlussakt, die Eröffnung der Vorderkammer, vorgenommen werden und die Zuhülfenahme des Hirschbergschen Magneten wäre entbehrlich, denn die zur Operation nötigen Instrumente, Lanze-Pinzette, würden, da selber aus Stahl und in die Zone der dichtesten magnetischen Kraftlinien gebracht, die Rolle von Magneten annehmen und zwei Aufgaben zu gleicher Zeit lösen.

Blicken wir auf die bisherige Tätigkeit unseres Magneten zurück, so konstatieren wir, dass er in 20 Fällen 19 mal den eingedrungenen Eisensplitter aus seinem Sitz gebracht hat und sein einziger Misserfolg betrifft einen verzweifelten Fall, wobei der Splitter fest verankert im Corpus ciliare und der Sklera sass und jedem Extraktionsversuch den grössten Widerstand entgegensetzte.

Extrahierte Eisensplitter.

Ihre Gewichte wurden im physikalisch-chemischen Laboratorium von Herrn Professor Dr. W. Kahlbaum aufgenommen.

Sitz des Fremdkörpers	Länge mm	Breite mm	Dicke mm	Gewicht g
Cornea . . .	1.0	0,25	0,25	0,000,072
	2,0	0,75	0,33	0,001,894
	0,5	0,1	0,1	0.000,123
	1,0	0,1	0,1	0,000,24
Vordere Kammer	3,5	1,0	0,5	0,004,601
	2,0	1,0	0,5	0,003,062
	4,5	2,0	1,0	0,027,770
Iris	0,8	0,5	0,3	0,000,548
	4.0	2,5	1,0	0,019,011
Linse	2,35	0,8	0,25	0,001,608
	5,0	1,0	0,7	0,024,356
	10,0	9,0	0,4	0,133,873
	2,5	2,0	1,0	0,002,195
	3,5	1,0	0,25	0,008.23
Corpus vitreum	7,0	6,0	1,0	0,095,226
	3,5	3,0	0,5	0,062,01
Retina	3,0	2,1	1,0	0,01
	2,5	0,5	1,5	0,03
unbekannt . . .	2,75	1,23	0,51	0,003,8
Corpus ciliare . .	4,0	2,0	?	nicht gewogen, weil im Präparat belassen

Die beigefügte Tabelle gibt Aufschluss über die Entfernungen, bis zu denen der Innenpol-Magnet seine Wirksamkeit entfaltete, und über die Volumina der extrahierten Fremdkörper. Hierbei ist im besonderen daran zu erinnern, dass die Würdigung

weniger in der Extraktion der grossen, als gerade der kleinsten, eben noch wahrnehmbaren Splitter liegt, welch letztere für die extrahierenden Kräfte weniger Anhaltspunkte bieten und daher auch fester von den Reibungswiderständen bei der Durchwanderung der Medien zurückgehalten werden.

Es ist uns eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Hagenbach-Bischoff, Vorsteher des physikalischen Instituts der Universität Basel, unseren wärmsten Dank auszusprechen, indem er zuerst uns die Anregung zum Studium dieser anderen Art der Anwendung der elektromagnetischen Kraft zur Entfernung von Eisensplittern aus dem Auge gegeben. Wenn es uns gelungen ist, diesem so wichtigen Teil der operativen Augenheilkunde eine brauchbare Verbesserung hinzuzufügen, so haben wir das ganz besonders seinem Rat und seinem Interesse für diese Untersuchungen zu danken.

Herrn Professor Mellinger, Direktor der Baseler Universitäts-Augenklinik, danke ich für die Überlassung vorliegender Arbeit, Herrn Elektriker Klingelfuss für die Beihülfe in der Bearbeitung des physikalischen Teiles.

Herrn Dr. A. Genth, früherem Assistenten an hiesiger Klinik, danke ich hiermit herzlich für die seine mühevolle Vorarbeit, die uns eine wesentliche Erleichterung in der Abfassung obiger Abhandlung bot.

Literatur.

1. Mac Keown, Brit. med. Journ. 1874, p. 800; 1878, p. 644. Dublin Journ. of med. science. 1876. I. 201.
2. Fränkel, C., Entfernung eines Eisensplitters aus dem Glaskörperraume mittelst eines Skleralschnittes und Anwendung des Magneten. Centralbl. f. praktische Augenheilk. 1880. p. 37.
3. Vossius, Kasuitische Mitteilungen aus der akademischen Angenklinik des Herrn Prof. v. Hippel in Giessen. Zehenders Monatsbl. 1880.
4. Burgle, Entfernung eines Stahlsplitters aus dem Glaskörperraum durch einen Elektromagneten; Heilung ohne alle Reaktion. Berl. klin. Wochenschr. No. 44.
5. Knapp, H., 2 Fälle von Extraktion von Eisensplittern aus dem Glaskörper, in dem einen Fall durch einen skleralen Lappenschnitt, in dem andern mit einem Magneten. Arch. f. Augenheilk. No. 10. p. 1.
6. Hirschberg, On the extraction of chiprof iron or steel from the iuterior of the eye. Knapps Arch. 1881.
7. Dixon, Ophth. Hosp. Rep. 1. 282, 1858.
8. Knies, Extraktion eines nicht sichtbaren Fremdkörpers aus dem Auge mit Hülfe des Elektromagneten. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1881. p. 30.
9. Mc. Hardj, Elektromagnets for the detection and removal of fragments of iron. Transact. ophth. soc. Unit. kingdom., Vol. I. 1881. p. 220.
10. Hill Griffith, Removal of chip of iron from lents by electromagnet. Ophth. Review, Vol. I. 1882. p. 243.

11. Hirschberg, Der Elektromagnet in der Augenheilkunde. Monographie in Leipzig.
12. Haab, Die Verwendung sehr starker Magnete zur Entfernung von Eisen splittern aus dem Auge. Bericht über die 24. ophthalmologische Gesellsch. in Heidelberg. 1892. p. 163.
13. Haab, Ein neuer Magnet zur Entfernung von Eisensplittern aus dem Auge. Deutschmanns Beitr. z. Augenheilk. 1894. p. 68. H. 13.
14. Haab, Die Zurückziehung von Eisensplittern aus dem Inneren des Auges. Bericht über d. 24. ophth. Gesellsch. in Heidelberg. 1895. p. 186.
15. Haab, Über die Verwendung des grossen Magneten bei der Ausziehnng von Eisensplittern aus dem Auge. Zeitschr. f. Augenheilk. Dezember 1902.
16. Schlösser, Bedingungen zur Entfernung von Eisensplittern durch den Magneten. Bericht über d. 23. Vers. d. ophth. Gesellsch. i. Heidelberg. 1893. p. 153.
17. Edelmann, Untersuchung über d. beste Form d. Prof. Schlösserschen Augenelektromagneten. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1903. p. 433.
18. Majweg, Über Magnetoperationen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1902.
19. Schenkel, Über einen neuen Elektromagneten zur Extraktion von magnetischen Körpern aus dem Auge. Deutsche med. Wochenschr. 1902. No. 924.
20. Wagenmann, Über zweimalig eDurchbohrung der Augenhäute bei Eisensplitterverletzungen. 28. Bericht über d. ophth. Gesellsch. zu Heidelberg. 1901. p. 170.
21. Volkmann, Über Zugkraftversuche an Augenmagneten. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1901. p. 417.
22. Derselbe, Die Theorie der Augenmagnete. Ibidem. 1902. p. 1.
23 Derselbe, Ein neuer Augenmagnet. Ibidem. p. 113.
24. Folgerungen für die Praxis aus der Theorie der Augenmagneten. Bericht über d. Vers. d. ophth. Gesellsch. zu Heidelberg. 1902. p. 31.
26. Anmerkungen zu Herrn Prof. Edelmanns Untersuchungen über die beste Form des Prof. Schlösserschen Augenmagneten. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1903. p. 444.
27. Türk, Untersuchungen über Augenmagnete. Arch. f. Augenheilk. 1901, Heft 4. p. 32.
28. Gelpke, Über den diagnostischen Wert grosser Augenmagnete. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1902. p. 32.
29. Asmus, Über die Diagnostik und Extraktion von Eisensplittern aus dem Auge. Zeitschr. f. Augenheilk. 1899. p. 178.
30. Schmidt-Rimpler, Über die Anwendung starker Augenmagnete zum Heranziehen von Eisensplittern aus dem Auge. Berliner klin. Wochenschr. 1895. No. 40.
31. Derselbe, Über Magnetextraktionen am Auge. Arch. f. Augenkeilk. 1903. p. 183.
32. Mellinger, Über die Magnetextraktionen an der Basler ophthalmologischen Klinik. Inaug.-Diss. Basel. 1887.
33. Mellinger, Der Innenpolmagnet. Bericht d. X. internat. Ophthalmologen-Kongresses. Luzern 1904. C. 193.
34. Hürzeler, Über die Anwendung des Elektromagneten bei den Eisensplitterverletzungen des Auges. Deutschmanns Beitr. z. Augenheilk. 1894. p. 20.